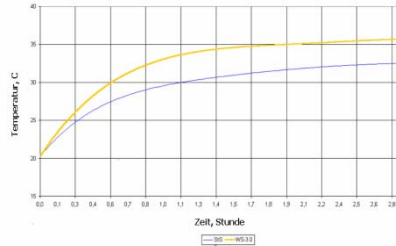


Untersuchungen des thermischen Verhaltens von Getrieben mit Standard- und Hochverzahnungen



Wieczorek, A.

Zusammenfassung: In dieser Arbeit werden die experimentellen Untersuchungen der thermischen Eigenschaften von Getrieben mit Standard- und Hochverzahnungen vorgestellt. Diese Eigenschaften wurden durch Messungen der Schmieröltemperatur im Betrieb des Zahnradgetriebes ermittelt. Durch diese Untersuchungen am Prüfstand wurden die höchsten Schmieröltemperaturen für geschliffene Zahnräder mit Hochverzahnung und niedrigsten für Getriebe mit Standardverzahnung ermittelt.

Summary: In the paper there were presented some experimental results of oil warming up in lubrication of nonstandard teeth profile meshing and compared to results for standard teeth profile meshing. On the basis of measurement on test stand FZG it was ascertained of higher increments of oil temperature for gears with nonstandard teeth profile.

1 Einführung

Zahnradgetriebe sind integrale Bestandteile der meisten Antriebsanlagen und sie sollen die betrieblichen Anforderungen wie hohe Haltbarkeit, Zuverlässigkeit und ein kleines Verhältnis von Leistung zu Gewicht erfüllen. Durch die Entwicklung der modernen Maschinen und Ausrüstung ist ein deutlicher Anstieg der funktionalen Anforderungen, die an diese Getriebe gestellt werden, verbunden. Dies gilt insbesondere für den Trend zur Verstärkung der Motorleistung an den Antriebstrang. Diese Notwendigkeit erfordert Änderungen nicht nur an den Materialien, sondern auch an der Konstruktion des Zahnradgetriebes.

Mit Verstärkung der Motorleistung ist aber die Erhöhung der Schmieröltemperatur verbunden. Besonders für Großgetriebe mit Planetenstufen ist die Wärmeabführung ein wichtiges Problem.

Für Getriebe mit Hochverzahnung ist die Wärmeentstehung größer als für Getriebe mit Standardverzahnung. Dies wird durch größere

Gleitgeschwindigkeiten der Hochverzahnungen verursacht [1,2]. Diese Tatsache war der Grund der durchgeführten Untersuchungen.

2 Ziel, Bereich und Voraussetzungen des Untersuchungen

Ziel der in diesem Artikel vorgestellten Untersuchungen war der Vergleich thermischen Verhaltens zwischen Getrieben mit Hochverzahnung (Profilüberdeckung gleich $\varepsilon_{\alpha} \approx 2,0$) und Getrieben mit Standardverzahnung ($\varepsilon_{\alpha} \approx 1,625$). Zusätzlich erfolgte auch ein Vergleich zwischen den geschliffen und ungeschliffen Zahnrädern mit Hochverzahnung.

Die Untersuchungen wurden auf dem FZG-Prüfstand [3] durchgeführt (**Bild 1**).



Bild 1: Der Prüfstand mit Messgeräten

Für die Messungen der Schmieröltemperatur wurde ein Temperatur-aufnehmer LM-35 [4] und Messerfassungssystem, das auf einer Karte DAQBoard 2005 Iotech [5] und Software DasyLAB 6.0 [6] von National Instruments basiert, verwendet.

Die Parameter der untersuchten Zahnräder sind in der **Tabelle 1** zusammengefasst.

untersuchte Zahnräder	Art der Verzahnung	h^*	ε_α	ζ_f Ritzel/Rad
STS	Standard	2,25	1,625	-2,314/-2,192
WS-3.0	Hochverzahnung (geschliffen)	3,0	2,030	-3,905/-3,904
WF-3.0	Hochverzahnung (ungeschliffen)	3,0	2,030	-3,905/-3,904

Tabelle 1: Parameter der untersuchten Verzahnungen; wobei h^* -Zahnhöhefaktor, ε_α - Profilüberdeckungsgrad, ζ_f -spezifische Gleiten (bei Fuß)

Als Werkstoff für die Zahnräder wurde Stahl 41Cr4 verwendet und sie wurden auch vergütet. Alle untersuchten Zahnräder wurden in Genauigkeitsklasse Nr. 7 nach DIN 3962 hergestellt.

Die Messungen wurden für Zahneingriffsfrequenz $f_z=250$ Hz und für Lastfaktor $Q = 2T/(b \cdot dt^2)$ [1] von 0,18 bis 0,89 MPa durchgeführt.

3 Versuchsergebnisse

Auf **Bild 2 und 3** sind die festgestellten Verläufe der Schmieröltemperatur für die geschliffene Hochverzahnung WS-3.0 und Standardverzahnungen StS bei Lastfaktoren $Q=0,18$ und $0,89$ MPa dargestellt.

Wie man auf den Bildern erkennen kann, weisen die Getriebe mit Hochverzahnungen WS-3.0 höhere Werte der Schmieröltemperatur als die mit Standardverzahnung auf.

Auf den **Bildern 4 und 5** sind die festgestellten Verläufe der Schmieröltemperatur für geschliffene Hochverzahnung WS-3.0 und ungeschliffene Hochverzahnung WF-3.0 bei Lastfaktoren $Q=0,18$ und $0,89$ MPa dargestellt.

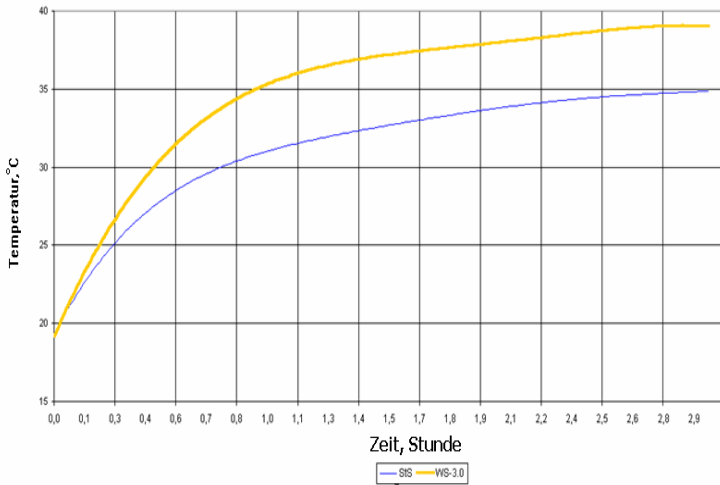


Bild 2: Verläufe der Schmieröltemperatur für Varianten: WS-3.0 und StS; bei dem Lastfaktor $Q=0,18$ MPa.

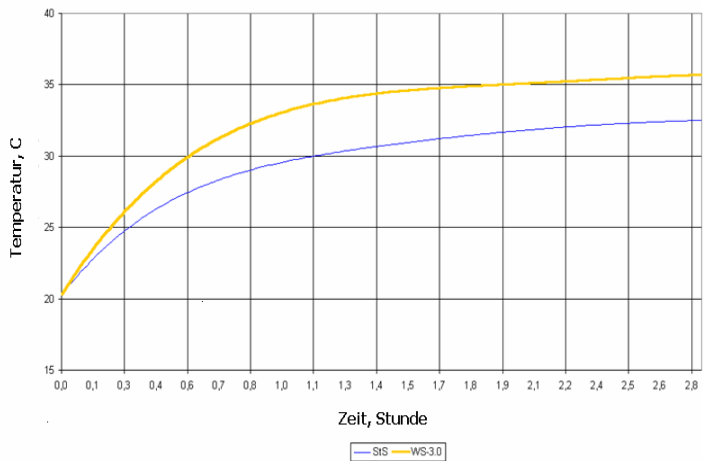


Bild 3: Verläufe der Schmieröltemperatur für Varianten: WS-3.0 und StS; bei dem Lastfaktor $Q=0,89$ MPa.

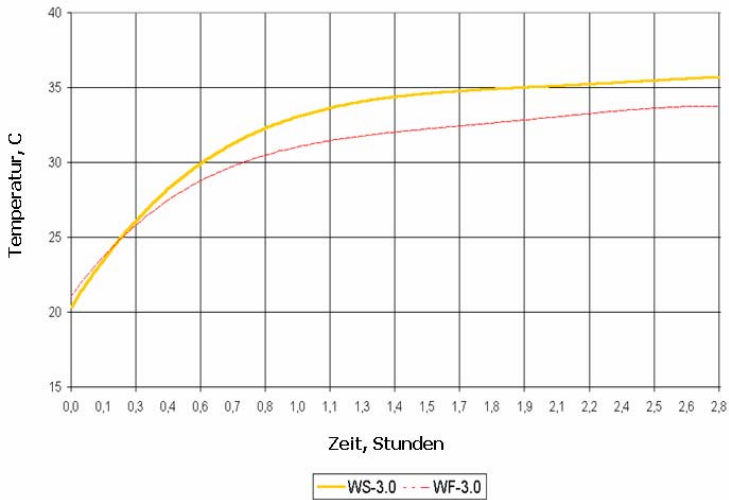


Bild 4: Verläufe der Schmieröltemperatur für Varianten: WS-3.0 und WF-3.0; bei dem Lastfaktor $Q=0,18$ MPa.

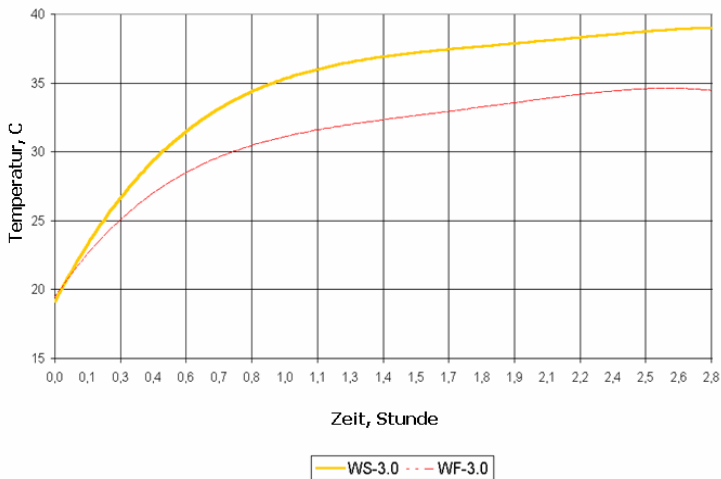


Bild 5: Verläufe der Schmieröltemperatur für Varianten: WS-3.0 und WF-3.0; bei dem Lastfaktor $Q=0,89$ MPa.

4 Zusammenfassung

Aufgrund der vorgestellten Messergebnisse der Schmieröltemperatur kann man folgende Schlussfolgerungen formulieren:

- a) Die Getriebe mit geschliffenen Hochverzahnungen WS-3.0 weisen höhere Werte der Schmieröltemperatur als die Standardverzahnung auf.
- b) Die Schmieröltemperatur des Getriebes mit Hochverzahnung wird neben der Last auch durch die Genauigkeit der Zahnräder beeinflusst.

5 Literatur

- [1] Niemann G., Winter H.: Maschinenelemente, t. II : Getriebe allgemein, Zahnradgetriebe - Grundlagen, Stirnradgetriebe. Berlin, Springer, 1989.
- [2] Michaelis K.: Die Integraltemperatur zur Beurteilung der Fresstragfähigkeit von Stirnradgetrieben. Dissertation TU München, 1987.
- [3] Wieczorek A: Wpływ wysokosci uzeblenia na miedzyzebne siły dynamiczne w przekładniach. Diss. Schlesische Technische Universität, Gliwicz 2007.
- [4] LM-35 Precision Centigrade Temperature Sensors. Manual. National Semiconductor. November 2000.
- [5] DAQBoard-2005 User Manual. IOtech.
- [6] DASyLab Data Acquisition System Laboratory Band 1: Beschreibung der Programmfunktionen.